

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-педагогической работе

 А.В. Левшов  
(подпись)

« 16 » 01 20 17 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«СИСТЕМЫ КОНТРОЛЕПРИГОДНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КС»**  
(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность)  
подготовки:

**09.03.01 «Информатика и вычислительная  
техника (ИВТ)»**  
(код и наименование направления / специальности)

Профиль:

**«Вычислительные машины, комплексы, сис-  
темы и сети (КС)»**  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

**бакалавриат**  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

**очная, заочная**  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	7	9
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,0/72	2,0/72
Аудиторные занятия (час.), в том числе	34	2
Лекции (час.)	17	2
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	
Лабораторные работы (час.)		
Самостоятельная работа (час.), в том числе	38	70
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)		
Индивидуальное задание (кол./час.)		1/9
Форма промежуточной аттестации (экзамен(зачёт), час.)	зачёт	зачёт

**Донецк, 2017 г.**

Рабочая программа дисциплины «Системы контролепригодного проектирования КС» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль подготовки «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» для 2017 года приёма.

Составитель: Зинченко Ю.Е., к.т.н., доцент кафедры «Компьютерная инженерия».

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании выпускающей кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от «14» декабря 2016 года № 3

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника»

Протокол от «14» декабря 2016 года № 2

Председатель \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.

Рабочая программа продлена для 2017 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от «20» июня 2017 года № 10

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 18 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от « 31 » 07 20 18 года № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 19 года приёма на заседании кафедры компьютерной инженерии.

Протокол от « 30 » 08 20 19 года № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.

Согласовано с выпускающей кафедрой компьютерной инженерии

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) Аноприенко А.Я.  
(Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является:

формирование математической культуры студента, фундаментальная подготовка по ряду основных разделов верификации и контролепригодного проектирования цифровых устройств (ЦУ), овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач в области диагностики ЦУ и КС.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:*

цель и задачи дисциплины, ее роль в подготовке специалиста по ВТ; пути решения проблемы эксплуатационного обслуживания КС; принцип и задачи контролепригодного проектирования (КПП);

классификацию средств КПП;

способы оценки тестируемости ЦУ на уровне логической схемы, БИС, платы и системы;

метод LSSD и его модификации;

структуры компактного тестирования (КТ), компактных генераторов тестов (КГТ) и анализаторов тестовых реакций (КАТР);

автоматизированные системы КПП;

проблемы методы, средства и автоматизированные системы диагностики (АСД) неисправностей;

особенности тестирования и поиска неисправностей аналоговых устройств;

принцип и организацию периферийного сканирования (ПС) на уровне БИС, плата, система, стандарт «IEEE 1149 (JTAG)»; ПС ПЛИС; программная поддержка ПС, язык BSDL; ПС и КПП на уровне БИС, платы КС и системы;

технологии и методы верификации FPGA-проектов ЦУ, структуры тестбенч-генераторов и методики их использования на различных уровнях проектирования; методики внесения контрольных точек (КТ) в HDL-модель FPGA-проекта ЦУ, использовать операторы «assertion statement».

*Уметь:*

оценивать тестируемость ЦУ на уровне логической схемы, БИС, платы и системы;

строить контролепригодную (КП) и самотестируемую (СТ) структуры ЦУ на уровне БИС, платы и системы по методу LSSD;

строить структуры КТ, разрабатывать КГТ и КАТР;

проектировать автоматизированные системы КПП и поиска неисправностей; реализовать алгоритмы поиска неисправностей;

тестировать ЦУ на уровне БИС, ПЛИС, платы и системы по технологии ПС, программировать алгоритмы тестирования ПЛИС на языке BSDL;

реализовывать технологии и методы верификации FPGA-проектов ЦУ, строить тестбенч-генераторов и их использовать их на различных уровнях проектирования; вносить контрольные точки (КТ) в HDL-модель FPGA-проекта ЦУ, использовать операторы «assertion statement».

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций.

Общекультурные компетенции:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

Общепрофессиональные компетенции:

- основательная подготовка по математике для использования математического аппарата при решении прикладных и научных задач в области компьютерной инженерии (ОПК-1);
- глубокая подготовка по физике (ОПК-2);
- глубокая подготовка по теории электрических и магнитных полей (ОПК-3);
- знание современных методов построения и анализа алгоритмов, основ численных методов и умение их использовать на практике (ОПК-4).

Профессиональные компетенции:

- использовать и самостоятельно разрабатывать интерфейсы взаимодействия человека и ЭВМ (ПК-3);
- знание архитектуры компьютеров (ПК-6);
- подготовка компьютерных систем с параллельной или распределенной архитектурой; владение современными языками и библиотеками параллельного программирования (ПК-8);
- знание организационных, технических, алгоритмических и других методов защиты информации в компьютерных системах, соответственно законодательству и стандартам в этой области, с современными криптосистемами, умение их использовать в профессиональной деятельности (ПК-9);
- знание методологических принципов построения современных компьютерных систем разной организации для высокопродуктивной обработки информации (ПК-12);

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к циклу профессиональной подготовки вариативной части по выбору студента учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

базовый курс информатики, курс «Методы программирования и прикладные алгоритмы», общематематические дисциплины, в том числе «Высшая математика», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», курс физики, «Компьютерная логика», «Теория информации и кодирования», «Разработка и анализ тестов КС», «HDL-, FPGA-технологии проектирования КС»

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики, НИРС и выполнении магистерской работы, прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лаб. раб.	СРС
Тема 1. Введение в дисциплину	3/1,5	2/0,5	-	-	1/1
Тема 2. Контролепригодное проектирование КС	8/4	2/-	2/-	-	4/4
Тема 3. Самотестирование узлов КС	8/4	2/-	2/-	-	4/4
Тема 4. Поиск неисправностей	11/14,5	2/0,5	3/-	-	6/14
Тема 5. Компактная генерация тестов ЦУ	13/14	3/-	4/-	-	6/14
Тема 6. Компактный анализ тестовых реакций ЦУ	11/16	3/-	-	-	8/16
Тема 7. Периферийное сканирование ПЛИС (Boundary Scan)	18/18	3/1	6/-	-	9/17
Итого:	72/72	17/2	17/-		38/70

#### 3.2. Лекции

Тема 1. Введение в дисциплину

Содержание темы 1:

Цель и задачи дисциплины, ее роль в подготовке специалиста по вычислительной технике (ВТ). Пути решения проблемы эксплуатационного обслуживания КС: эффективная организация обслуживания, контролепригодное проектирование, подготовка специалиста в области диагностики.

Литература к теме 1: [1-5, 7, 10]

Тема 2. Контролепригодное проектирование (КПП) КС

Содержание темы 2:

Классификация средств КПП. Пассивное и активное КПП. Специальные и структурные средства КПП. Средства КПП, основанные на декомпозиции ОД. Оценка тестируемости ЦУ и методы ее повышения. Метод LSSD и его модификации.

Литература к теме 2: [1, 7, 10]

Тема 3. Самотестирование узлов КС

Содержание темы 3:

Компактное тестирование. Компактные генераторы тестов (ГТ). ГТ на базе РСЛОС. Структуры компактного тестирования. BILBO и BIDCO. Сочетание средств КПП. Автоматизированные системы КПП. Тенденции развития КПП.

Литература к теме 3: [1, 4, 5, 10]

#### Тема 4. Поиск неисправностей ЦУ.

##### Содержание темы 4:

Словарь неисправностей и автоматический поиск неисправностей. Проблемы локализации неисправностей. Автоматизированные системы диагностики. Поэлементная диагностика. Зондовые системы. Проблемы и актуальные задачи в области зондового поиска неисправностей. Особенности тестирования аналоговых и аналого-цифровых РЭА и ЭВА.

##### Литература к теме 4: [1, 10]

#### Тема 5. Компактная генерация тестов ЦУ

##### Содержание темы 5:

Проблемы создания генераторов случайных последовательностей (СП). Случайные и псевдослучайные (ПСП) последовательности. Регистр сдвига с линейными обратными связями (РСЛОС). М-последовательность и ее свойства. Подходы расчета длины псевдослучайному теста ЦУ. Генерирование ПСП с произвольной вероятностью сигналов. Структуры генераторов псевдослучайных тестов (ГПСТ). Разновидности преобразователей вероятностей. Расчет параметров ГПСТ.

##### Литература к теме 5: [1, 2, 10]

#### Тема 6. Компактный анализ тестовых реакций ЦУ

##### Содержание темы 6:

Логичный и компактный анализ тестовых реакций (ТР). Анализаторы реакций. Логические анализаторы. Компактный анализ ТР. Структура и классификация компактных анализаторов ТР (КАТР). КАТР на базе счетных схем. Синхронные счетные схемы и их характеристики. Асинхронные счетные схемы и их характеристики. КАТР на базе синхронных сигнатурных регистров и их характеристики. Асинхронные сигнатурные анализаторы.

##### Литература к теме 6: [1-7, 10]

#### Тема 7. Периферийное сканирование ПЛИС (Boundary Scan)

##### Содержание темы 7:

Предложения JTAG по организации периферийного сканирования. Стандарт IEEE 1149. Протокол периферийного сканирования. Транспортный механизм JTAG-интерфейса. Режимы граничного сканирования. Организация БИС, которая использует метод граничного сканирования. BSC-ячейка. TAP-контроллер. Структура платы, разработанной по технологии BST. Команды граничного сканирования. Устройство управления JTAG-интерфейсом и диаграмма состояний автомата контроллера. Потоки данных для инструкции Preload, Extest и Sample. Периферийное сканирование ПЛИС семейства VIRTEX. Программирование ПЛИС на VHDL. Язык BSDL. Конфигурирование ПЛИС на основе JTAG -интерфейса. Аппаратная поддержка JTAG-интерфейса. Системные функции на основе JTAG-интерфейса. BS и контролепригодное проектирование (DFT).

##### Литература к теме 7: [1, 6, 10]

**3.3. Практические (семинарские) занятия по дисциплине “Системы контролепригодного проектирования КС” учебным планом предусмотрены для студентов очной формы обучения.**

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литера- тура
1	Инструктаж по технике безопасности при выполнении лабораторных занятий на ПЭВМ. Определение труднотестируемых неисправностей ЦУ машинно-аналитическим способом	3	[1, 9, 11]
2	Проектирование и моделирование в САПР Active-HDL ГПСТ с произвольной вероятностью следования тестовых сигналов	2	[1, 9, 11]
3	Построение зависимости длины случайного теста от вероятности обнаружения неисправностей ЦУ	2	[1, 9, 11]
4	Оптимизация случайного теста ЦУ	4	[1, 9, 11]
5	Компактный анализ тестовых реакций КС	6	[1, 9, 11]
Ито- го:		17	

**3.4. Лабораторные работы по дисциплине “Системы контролепригодного проектирования КС” учебным планом не предусмотрены**

### **3.5. Самостоятельная работа студента**

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	17/63
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	19/-
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-/9
Итого:		38/72

**3.6. Курсовой проект (работа) по дисциплине “Системы контролепригодного проектирования КС” учебным планом не предусмотрен.**

**Индивидуальное задание по дисциплине “Системы контролепригодного проектирования КС” для студентов очной формы обучения учебным планом не предусмотрено.**

Тематика индивидуального задания по дисциплине “Системы контролепригодного проектирования КС” для студентов заочной формы обучения связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [9].

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания не менее 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Текущий контроль** знаний студентов производится во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утвержденном 25.11.2016 года, протокол №8.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### Литература

###### Основная:

1. Скобцов Ю.А Основы эволюционных вычислений: учебное пособие Донецк: ДонНТУ, 2008. – 326 с. – 1 экз.

2. Букреев И.Н. Микроэлектронные схемы цифровых устройств / И. Н. Букреев, В. И. Горячев, Б. М. Мансуров ; И.Н. Букреев, В.И. Горячев, Б.М. Мансуров. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Техносфера, 2009. - 712с. - (Мир электроники). - ISBN 978-5-94836-197-0. – 1 экз.

3. Корнеев И.К. Информационные технологии: учебник / И.К. Корнеев, Г.Н. Ксандопуло, В.А. Машурцев; Гос. ун-т управления. - М.: Проспект, 2009. - 224с. - ISBN 978-5-482-01401-1. – 1экз.

###### Дополнительная:

4. Скобцов В.Ю., Сперанский Д.В. и др. Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств [Электронный ресурс]: Электронная книга. – М: МГУ, 2012 – 1 файл (fb2 - 5.8 Мб, txt - 653.6 Кб, html - 6.2 Мб, epub - 6.4 Мб)

5. Введение в отказоустойчивые технологии высокопроизводительных вычислительных систем (суб)микронного, супрамолекулярного и нанометрового диапазона / А.А. Попов, А.В. Котов и др, [Электронный ресурс]: Электронная книга. 2012 – 1 файл (fb2 - 6.6 Мб, txt - 932.9 Кб, html - 7.4 Мб, epub - 7.6 Мб)

6. Ямпурин Н.П., Баранова А.В. Основы надежности электронных средств: уч. пособие для студ. высш. уч. завед.. – М: Академия, 2010. – 240 с. [Электронный ресурс]: Электронная книга. – 1 файл (4,6 мб ). - Систем. требования: WinDjView.

7. Шимарев В.Ю. А.В. Надежность технических систем: уч. пособие для студ. высш. уч. завед.. – М: Академия, 2010. – 304 с. [Электронный ресурс]: Электронная книга. – 1 файл (15,2 мб ). - Систем. требования: Acrobat Reader.

8. Ушаков И.А. Курс теории надежности систем: уч. пособие для студ. высш. уч. завед.. – М: Дрофа, 2008. – 239 с. [Электронный ресурс]: Электронная книга. – 1 файл (8,8 мб ). - Систем. требования: Acrobat Reader.

## **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

### К лекциям:

9. Конспект лекций по курсу “Разработка и анализ тестов КС” [Электронный ресурс] = Конспект лекцій з курсу "Розробка та аналіз тестів КС": (для студентов специальности 7.091501 "Компьютерные системы и сети") / Государственное высшее учебное заведение "Донецкий национальный технический университет", Кафедра компьютерной инженерии ; ГВУЗ "ДонНТУ", Каф. комп. инженерии ; сост. Ю.Е. Зинченко. - (2,8 Мб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. – Систем. требования: Microsoft Word.

### К лабораторным работам:

10. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Разработка и анализ тестов КС ” [Электронный ресурс]; сост. Ю.Е. Зинченко. - (2,8 Мб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. – Систем. требования: Microsoft Word.

### К самостоятельной работе студента:

11. Методические указания по организации самостоятельной работе студентов при выполнении индивидуальных заданий по курсу “Разработка и анализ тестов КС ” [Электронный ресурс]; сост. Ю.Е. Зинченко. - (2,8 Мб). - Донецк: ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. – Систем. требования: Microsoft Word.

### **Internet-ресурсы:**

12. Компьютерра (2007-2009).- Режим доступа: <http://old.computerra.ru/offline/> .- Дата обращения: 15.06.2017

13. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: «Системный анализ и информационные технологии» (2007-2017).- Режим доступа: [http://www.vestnik.vsu.ru/content/analiz/archive\\_ru.asp](http://www.vestnik.vsu.ru/content/analiz/archive_ru.asp).- Дата обращения: 15.06.2017

14. Вестник компьютерных и информационных технологий (2007-2017).- Режим доступа: <http://www.vkit.ru/index.php/archive-rus>.- Дата обращения: 15.06.2017

15. Вестник Донецкого национального технического университета (2016).- Режим доступа: <http://vestnik.donntu.org/ru/arhiw-nomerow.html>.- Дата обращения: 15.06.2017

16. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика (2007-2017).- Режим доступа: [http://journals.tsu.ru/informatics/&journal\\_page=archive](http://journals.tsu.ru/informatics/&journal_page=archive)

### **Периодические издания**

17. Информатика и кибернетика (2015-2017).

18. Вестник Донецкого национального технического университета (2016-2017).

19. Системный анализ и информационные технологии в науках о природе и обществе (2011-2017).

20. Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования» (2008-2013)

21. Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (2008-2014).

**Примечания:**

- при оформлении раздела 5 проводится согласование наличия учебной литературы с отделом комплектования научно-технической библиотеки ДонНТУ (может быть выполнено по электронному каталогу);

- при формировании списка основной литературы должно быть указано не более 3-х используемых источников, имеющихся в научно-технической библиотеке ДонНТУ;

- при формировании списка дополнительной литературы, помимо учебной, могут быть использованы официальные, справочно-библиографические и периодические издания.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

### **2. Лабораторные работы:**

- компьютерный класс,
- пакеты ПО общего назначения (ОС Windows, офисное ПО, графические редакторы),
- специализированные САПРы (Active-HDL, Xilinx ISE, ORCAD),
- система моделирования неисправностей и синтеза тестов Atalanta,
- система моделирования неисправностей собственной разработки
- FPGA-комплексы.

Составитель рабочей программы:



(подпись)

Зинченко Ю.Е.